

Lothar Fendrich (Hrsg.)

Handbuch **Eisenbahninfrastruktur**

mit 900 Abbildungen

 Springer

Inhalt

Autorenverzeichnis	XXI
1 Trassierung und Gleisplangestaltung	1
<i>Manfred Weigend</i>	
1.1 Längsneigung der Eisenbahn	1
1.1.1 Längsneigung der Streckengleise	1
1.1.2 Längsneigung in Bahnhöfen	3
1.1.3 Ausrundungen in der Längsneigung	3
1.2 Allgemeine Regeln der Linienführung im Grundriss	4
1.2.1 Grundregel für durchgehende Hauptgleise	4
1.2.2 Grundregel für die übrigen Haupt- und Nebengleise	5
1.3 Elemente der Linienführung im Kreisbogen	5
1.3.1 Radius, Überhöhung und Geschwindigkeit	5
1.3.2 Größe der Überhöhung	7
1.3.3 Der Überhöhungsfehlbetrag	8
1.3.4 Die Regelüberhöhung	10
1.3.5 Wahl der Bogenradien	10
1.3.6 Längen der Kreisbögen und Geraden	11
1.3.7 Gleisverziehnngen	11
1.4 Übergangsbogen und Überhöhungsrampe	12
1.4.1 Die Klothoide mit gerader Überhöhungsrampe	12
1.4.2 Übergangsbogen- und Rampenlänge	15
1.4.3 Der Übergangsbogen mit geschwungener Rampe	16
1.5 Der Bogen ohne Übergangsbogen	18
1.5.1 Krümmungswechsel und Vergleichsradius	18
1.5.2 Längen der Zwischengeraden oder Zwischenbögen	20
1.5.3 Gegenbogen mit kleinen Radien	21
1.6 Entwurf der Spurpläne	22
1.6.1 Wahl und Anordnung der Weichen	22
1.6.2 Die Weiche als Spurplanelement	23
1.7 Optimierung vorhandener Anlagen	31
1.7.1 Maßnahmen zur Fahrzeitverkürzung	31
1.7.2 Linienkorrekturen	31
1.7.3 Einsatz von Neigetechnikfahrzeugen	32
Anhang	34

2	Querschnittsgestaltung der Bahnanlagen	43
	<i>Walter Mittmann</i>	
2.1	Fahrzeugbegrenzung und Lichtraumprofil	43
2.2	Elemente des Streckenquerschnitts	46
2.2.1	Lichter Raum	46
2.2.2	Gleisabstand	50
2.2.3	Fahrbahnbreite	53
2.2.4	Abstand fester Anlagen von Gleismitte	55
2.2.5	Lichte Weite und Höhe unter Überführungsbauwerken	57
2.3	Streckenquerschnitt der freien Strecke	58
2.3.1	Streckenquerschnitt auf Erdkörpern	58
2.3.2	Streckenquerschnitt auf Brücken und in Tunneln	58
2.4	Abstände in Gleisanlagen mit Arbeitsstätten und Verkehrswegen	60
2.5	Parallelführung von Schienenweg und Straße	63
2.6	Bahnsteiganlagen	64
2.6.1	Grundsätze für die Konzeption und Gestaltung	64
2.6.2	Abmessungen	66
2.6.3	Konstruktionssysteme	69
2.6.4	Sicherheitselemente	69
3	Eisenbahndämme und Einschnitte	75
	<i>Horst Rahn</i>	
3.1	Einführung	75
3.2	Baugrundtechnische Bewertung der Erdbauwerke und des Baugrundes	77
3.2.1	Geologische, hydrologische Situation, Einfluss aus der Verwitterung	79
3.2.2	Umweltschäden	82
3.2.3	Aufschluss des Baugrundes	86
3.2.4	Baugrundgutachten/geotechnischer Bericht	88
3.3	Gründung von Erdbauwerken auf tragfähigem Baugrund	89
3.3.1	Oberbodenabtrag und Untergrundplanum	91
3.3.2	Dammaufbau	93
3.3.3	Aushub tiefer Baugruben mit Unterwasserbaggerung/ Saugwirkung	142
3.4	Gründung von Erdbauwerken auf wenig tragfähigem Baugrund	145
3.4.1	Allgemeine Grundlagen bei der Bewertung der Bahndämme auf wenig tragfähigem Baugrund	145
3.4.2	Die Entstehung der Moore und die bautechnische Nutzung in ihrer Eigenschaften	146
3.4.3	Besonderheiten der Erkundung und Baugrundbeurteilung	149

3.4.4	Überschütten von Moorflächen mit einer Arbeits- und Filterschicht	152
3.4.5	Analyse der Schäden schwimmend gegründeter Bahndämme.	156
3.4.6	Wahl der Sanierungs- und Ertüchtigungsmethode bei Arbeiten an in Betrieb befindlichen Bahndämmen auf weichem Untergrund	167
4	Ingenieurbauwerke.	215
	<i>Manfred Curbach, Dirk Jesse</i>	
4.1	Eisenbahnbrücken	215
4.1.1	Zur Geschichte	215
4.1.2	Allgemeines	216
4.1.3	Regelwerk für die Planung von Eisenbahnbrücken	217
4.1.4	Neubau von Bahnbrücken	224
4.1.5	Instandhaltung und Instandsetzung	231
4.1.6	Beispiele	234
4.2	Eisenbahntunnel	237
4.2.1	Allgemeines	237
4.2.2	Zur Geschichte	238
4.2.3	Regelwerk der DB AG für die Planung von Eisenbahntunneln	238
4.2.4	Tunnelbauverfahren	243
4.2.5	Beispiele	247
5	Beanspruchung von Gleisen und Weichen	253
	<i>Johannes Franz</i>	
5.1	Verkehrslasten auf Gleisen	253
5.1.1	Vertikallasten – charakteristische Werte (statische Anteile)	253
5.1.2	Vertikallasten – dynamische Einwirkungen	254
5.1.3	Vertikallasten – Radlastverlagerung.	255
5.1.4	Vertikallasten auf Betonschwellen und weitere Lastannahmen für ihre Bemessung	255
5.1.5	Horizontallasten – charakteristische Werte	256
5.1.6	Lastangriff der Kräfte Q und Y am Schienenkopf	256
5.1.7	Längsgerichtete Einwirkungen.	256
5.2	Die Schiene als elastisch gelagerter Längsträger	257
5.2.1	Bettungszahl C beim Schotteroberbau	257
5.2.2	Bettungszahl C und Längsträgerbreite b bei der Festen Fahrbahn.	259
5.2.3	Stützpunktsteifigkeit c beim Schotteroberbau	260
5.2.4	Elastisch gelagerter Längsträger unter vertikaler Belastung	260
5.2.5	Dynamische Wirkungen am elastisch gelagerten Längsträger unter vertikaler Belastung	263
5.2.6	Elastisch gelagerter Längsträger unter vertikal exzentrischer und horizontaler Belastung	270

5.3	Rad-Schiene-Kontaktspannungen	277
5.3.1	Örtliche Pressungen aus dem Rollkontakt zwischen Rad und Schiene	277
5.3.2	Schubbeanspruchung im Inneren des Schienenkopfes	278
5.3.3	Zulässige Schubspannungen	281
5.3.4	Weiterführende Untersuchungen	282
5.4	Schienen­spannungen und Längenänderungen der Schienen aus Temperatureinwirkungen	282
5.4.1	Längsverschiebe- und Durchschubwiderstand.	282
5.4.2	Verschiebung der reibungsgelagerten Schiene durch Temperaturänderungen im lückenlosen Gleis	285
5.4.3	Temperatursprung	285
5.4.4	Stetige Temperaturänderung.	286
5.4.5	Einkoppeln von Längskräften bzw. Schienenspannungen in die Schienen des lückenlosen Gleises bei einteiligen Tragwerken und bei Trägerketten	288
5.4.6	Größe der gleichmäßigen Schienenlängskäfte und Schienenspannungen im lückenlosen Gleis bei extremen Schientemperaturen	291
5.5	Dauerfestigkeitsnachweis für die Biegezugspannung in Schienenfußmitte	291
5.6	Vertikalspannungen in Schotter, Schutzschicht und Untergrund	293
5.6.1	Spannungsverlauf im Mehrschichtsystem Schotter/Schutzschicht/ Untergrund	293
5.6.2	Äquivalente Ersatzdicken für Mehrschichtsysteme Schotter/Schutz- schicht/Untergrund mit unterschiedlichen E-Modulen des Untergrundes	295
5.7	Gleislage­stabilität	296
5.7.1	Stabiler und gestörter Gleichgewichtszustand	296
5.7.2	Biege ­ widerstand der Schienen, Verdreh ­ widerstand und Ersatz ­ trägheitsmoment	296
5.7.3	Querverschiebewiderstand und Gleisverschiebewiderstand	297
5.7.4	Berechnung der Lage ­ stabilität des lückenlosen Gleises nach der Energiemethode	300
5.7.5	Bogen ­ atmung	304
6	Schienen und Schienenschweißen.	309
	<i>Heinrich Köstermann und Klaus Meißner</i>	
6.1	Schienenwerkstoff und Schienenprofile.	309
6.1.1	Stahl als Baustoff, Schienenstahl als individueller Werkstoff.	309
6.1.2	Die Aufgaben der Schiene	309
6.1.3	Eigenschaften des Schienenstahls	310
6.1.4	Das Gefüge des Schienenstahls	313
6.1.5	Schienenherstellung.	314
6.1.6	Schienenformen (Schienenprofile)	314

6.1.7	Walzlängen, Walz- und Prägezeichen	315
6.1.8	Verwendung und Verschleißbeanspruchung von Schienen	316
6.2	Schienenschweißen	317
6.2.1	Allgemeines	317
6.2.2	Abbrennstumpfschweißen	318
6.2.3	Gaspressschweißen	322
6.2.4	Aluminothermisches Gießschmelzschweißen von Schienen	323
6.2.5	Lichtbogenschweißen von Schienen	324
6.3	Schienenschleifen	325
6.3.1	Allgemeines	325
6.3.2	Neuschienenschleifen	326
6.3.3	Schleifen von Schweißungen	326
6.4	Fehler und Schäden an Schienen und Schienenschweißungen	326
6.4.1	Allgemeines	326
6.4.2	Schienenfehler, Übersicht	327
6.4.3	Beschreibung der Schienenfehler	327
6.5	Prüfen, Messen und Bewerten von Schienen und Schienenschweißungen	330
6.5.1	Allgemeines	330
6.5.2	Schienen	330
6.5.3	Schweißungen	331
6.5.4	Methoden der zerstörungsfreien Prüfung (ZfP) von Schienen	333
6.6	Herstellen lückenloser Gleise und Weichen	333
6.6.1	Allgemeines	333
6.6.2	Durchführung des Spannungsausgleichs im Gleis	335
6.6.3	Durchführung des Spannungsausgleichs in Weichen	336
7	Bahnübergänge	339
	<i>Erwin Böck</i>	
7.1	Die Sicherung von Bahnübergängen (BÜ)	339
7.1.1	Die Sicherheit an BÜ	339
7.1.2	Der Begriff des Sicherens von BÜ	339
7.1.3	Möglichkeiten zur Sicherung von BÜ	340
7.1.4	Gesetzliche Grundlagen zur Sicherung von BÜ	340
7.1.5	Interne Regelungen der DB AG	340
7.2	Ausführung technischer Sicherungen	342
7.2.1	Anlagen zur technischen Sicherung	342
7.2.2	Steuerung der Anlagen zur technischen Sicherung	344
7.2.3	Überwachung der technischen Sicherungsanlagen	345
7.2.4	Berechnungen zu Anlagen der technischen Sicherung	346
7.3	Ausführung nicht technischer Sicherungen	347
7.3.1	Sicherung durch die Übersicht	347
7.3.2	Sicherung durch Pfeifen	347

7.4	Bautechnische Gestaltung des BÜ-Bereichs	349
7.4.1	Entwässerung	349
7.4.2	Bauliche Gestaltung des Kreuzungsstücks	350
7.5	Verkehrstechnische Gestaltung des BÜ-Bereichs	351
7.5.1	Bereinigung und Umgestaltung des Kreuzungsbereichs	351
7.5.2	Anpassen des Straßenverlaufs	353
7.5.3	Beschilderung und Markierung der Zufahrten zu BÜ	356
8	Das Zusammenwirken von Rad und Schiene	359
	<i>Klaus Rießberger</i>	
8.1	Einleitung	359
8.2	Der Radsatz im Gleis.	359
8.2.1	Einführung.	359
8.2.2	Das Reibungsgesetz	360
8.2.3	Äquivalente Konizität.	363
8.2.4	Rückstellsteifigkeit	365
8.2.5	Einfluss der Spurweite auf λ_e , k_g	365
8.2.6	Möglichkeiten der Einflussnahme	366
8.2.7	Bewegungsgleichungen von Radsätzen	366
8.3	Das Drehgestell am Gleis	368
8.3.1	„Steife“ Konstruktion.	368
8.3.2	„Weiche“ Drehgestelle.	369
8.3.3	„Selbstlenkende“ und „Zwangsgesteuerte“ Drehgestelle	369
8.3.4	Gleichungssysteme für Fahrzeuge.	370
8.4	Stabilität	373
8.4.1	Kritische Geschwindigkeit	373
8.4.2	Einflüsse auf die Laufstabilität	376
8.5	Bogenlauf	378
8.6	Maßnahmen zur Unterstützung guter Rad-Schiene-Interaktion .	379
8.7	Beispiele und Erfahrungen	380
8.8	Zusammenfassung	383
	Anhang.	385
9	Energieversorgung der elektrischen Bahnen	395
	<i>Bernd-Wolfgang Zweig</i>	
9.1	Bahnstromsysteme	395
9.2	Fahrleitungen	399
9.2.1	Oberleitungen	399
9.2.2	Stromschienenoberleitung	437
9.2.3	Stromschienen.	437

9.3	Stromabnehmer	446
9.3.1	Stromabnehmer für Oberleitungen	446
9.3.2	Seitenstromabnehmer bei Grubenbahnen	453
9.3.3	Stromabnehmer für Stromschienen	453
9.4	Rückstromführung, Bahnerdung und Potenzialausgleich	454
9.4.1	Rückstromführung	454
9.4.2	Bahnerdung	456
10	Stromversorgungsanlagen der Infrastruktur	463
	<i>Eberhard Hunger</i>	
10.1	Vorbemerkungen	463
10.2	Alternative Stromversorgungsanlagen der Infrastruktur	463
10.2.1	Allgemeines	463
10.2.2	Energieverbraucher an Eisenbahnstrecken	465
10.2.3	Energiequellen an Eisenbahnstrecken	469
10.2.4	Speichermedien	472
10.2.5	Anwendungsbeispiele aus dem Eisenbahnbereich	475
10.2.6	Zusammenfassung	483
10.3	Elektrische Weichenheizanlagen	484
10.3.1	Allgemeines	484
10.3.2	Energieeinspeisung	485
10.3.3	Komponenten von elektrischen Weichenheizanlagen	488
10.3.4	Schutzmaßnahmen	495
10.3.5	Steuerung und Regelung	499
10.3.6	Dokumentation	504
10.4	Energieversorgung für Tunnelsicherheitsausrüstung in Eisenbahntunneln	505
10.4.1	Allgemeines	505
10.4.2	Elektrische Energieanlagen 50 Hz in Eisenbahntunneln	508
10.4.3	Sonstige Rettungseinrichtungen	515
11	Kabelanlagen	523
	<i>Ralf Baumann</i>	
11.1	Bauarten und Verwendung	523
11.1.1	Energiekabel und Leitungen	526
11.1.2	Signal- und Nachrichtenkabel	531
11.2	Garnituren	532
11.2.1	Muffen und Verbinder	533
11.2.2	Endverschlüsse	534
11.3	Planung	535
11.3.1	Trassenplanung	535
11.3.2	Typenauswahl und Dimensionierung	537
11.3.3	Lagepläne	541
11.3.4	Führung, Befestigung und Schutz	542

11.4	Legung und Montage	548
11.4.1	Auslegen und Kennzeichnen	548
11.4.2	Garniturenmontage	552
11.4.3	Ab- und Inbetriebnahmeprüfungen	552
11.4.4	Schlussvermessung und Dokumentation	553
11.5	Betrieb und Instandhaltung	554
11.5.1	Kabelüberwachung	554
11.5.2	Instandhaltung	554
12	Betriebsführung der Infrastruktur	559
	<i>Jörn Pacht</i>	
12.1	Grundbegriffe des Bahnbetriebes	559
12.1.1	Rechtsgrundlagen und Regelwerke	559
12.1.2	Einteilung der Eisenbahnunternehmen	560
12.1.3	Grundsätzliche Klassifizierung der Betriebsverfahren	561
12.1.4	Einteilung der Betriebsstellen	562
12.1.5	Durchführung von Fahrten auf einer Eisenbahninfrastruktur	563
12.2	Signalisierung am Fahrweg	570
12.2.1	Signalsysteme	570
12.2.2	Verwendung der Signale	575
12.3	Flankenschutz der Fahrwege	589
12.4	Bauen im Betrieb	590
12.4.1	Sicherung von Arbeitsstellen im Gleis	590
12.4.2	Betriebliche Maßnahmen zur Durchführung von Baumaßnahmen	593
12.4.3	Koordination zwischen Betriebsführung und bauausführenden Stellen	596
13	Eisenbahnsicherungstechnik	599
	<i>Ulrich Maschek</i>	
13.1	Einführung	599
13.1.1	Maßgebende Systemeigenschaften	599
13.1.2	Regelkreis der Eisenbahnsicherungstechnik	600
13.2	Gleisschaltmittel und Gleisfreimeldeanlagen	601
13.2.1	Grundlagen	601
13.2.2	Technische Wirkprinzipien	602
13.2.3	Techniken zur Gleisfreimeldung	604
13.3	Sicherung beweglicher Fahrweegelemente	609
13.3.1	Grundlagen	609
13.3.2	Weichen	610
13.3.3	Gleissperren	614
13.3.4	Bewegliche Brücken	615
13.3.5	Drehscheiben und Schiebebühnen	615
13.3.6	Tore	615

13.4	Technologien der Fahrwegsicherung	615
13.4.1	Abstandshaltung im Schienenverkehr	615
13.4.2	Steuerung und Sicherung der Fahrwegelemente.	616
13.4.3	Technologie Fahrstraße.	617
13.4.4	Technologie Blockinformation	628
13.4.5	Techniken zur Fahrwegsicherung	631
13.4.6	Leittechnik.	633
13.5	Anordnung ortsfester Signale	634
13.5.1	Bezeichnung der Vor- und Hauptsignale	634
13.5.2	Standort quer zum Gleis	635
13.5.3	Standort längs zum Gleis.	635
13.6	Zugbeeinflussung.	639
13.6.1	Anforderungen	639
13.6.2	Einordnung	639
13.6.3	Anwendungen	641
14	Funktionale Sicherheit.	649
	<i>Jens Braband</i>	
14.1	Einleitung	649
14.1.1	Wesentliche Unfallursachen	649
14.1.2	Epochen der Systemsicherheit.	650
14.2	Definition des Begriffs Sicherheit	651
14.2.1	Klassische Definitionen.	651
14.2.2	Moderne, risikoorientierte Definition	652
14.2.3	Der risikoorientierte Ansatz	652
14.2.4	Bedeutung der Normen	652
14.3	Risikoanalyse	653
14.3.1	Der Risikoanalyse-Prozess	654
14.3.2	Definition von Sicherheitszielen.	655
14.3.3	Methoden zur Risikoanalyse.	669
14.4	Sicherheitsnachweisführung	675
14.4.1	Der Gefährdungsanalyse-Prozess	676
14.4.2	Struktur und Hierarchie von Sicherheitsnachweisen	680
14.4.3	Aufbau und Inhalt von Sicherheitsnachweisen.	682
14.4.4	Technischer Sicherheitsnachweis	687
14.5	Ereignisanalyse	690
14.5.1	Erfassung und Auswertung sicherheitsrelevanter Ereignisse.	690
14.5.2	Unfallursachen	690
14.5.3	Unfallursachenanalyse	691
14.5.4	Organisationales Lernen	693
14.6	Sicherheitskultur	693
14.6.1	Begriffsdefinition	694
14.6.2	Indikatoren für eine positive Sicherheitskultur	694
14.7	Beispiel.	695
14.7.1	Systemdefinition.	695
14.7.2	Gefährdungsidentifikation	696

15	Telekommunikationstechnik am Beispiel der DB AG	701
	<i>Peter Reuther</i>	
15.1	Einleitung	701
15.2	Betriebsfernmeldeanlagen	701
15.2.1	Ausrüstungsstandards auf der Strecke und im Bahnhof	701
15.2.2	Ausrüstung von Betriebszentralen und örtlich zuständige Fahrdienstleiter (öZF)	702
15.2.3	Derzeit im Einsatz befindliche TK-Anlagen und -Systeme	705
15.2.4	Beschallungs- und Wechselsprechanlagen	707
15.2.5	Melde- und Überwachungssysteme	710
15.2.6	Betriebliche Gefahrenmeldeanlagen	719
15.2.7	Videotechnik	723
15.2.8	Analoger Zugfunk	724
15.2.9	Digitaler Zugfunk	729
15.3	Übertragungstechnik	741
16	Umweltschutz	743
	<i>Bernhard Koch</i>	
16.1	Umweltmanagement	743
	<i>Tobias Herbert, Bernhard Koch</i>	
16.1.1	Ziel und Nutzen von Managementsystemen unter besonderer Berücksichtigung des Umweltmanagements	743
16.1.2	Normen im Bereich Umweltmanagement	744
16.1.3	Delegation von Unternehmer-/Betreiberpflichten	748
16.1.4	Beauftragtenwesen	750
16.1.5	Integrierte Managementsysteme (IMS)	752
16.2	Anlagenbezogener Umweltschutz	753
	<i>Björn Zimmer, Jürgen Kroeter, Markus Hößl, Steffen Jank, Franz Klier, Georg Schell</i>	
16.2.1	Abwasseranlagen und Abwasserbehandlungsanlagen	753
16.2.2	Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	755
16.2.3	Innenreinigungsanlagen	761
16.2.4	Genehmigungsbedürftige Anlagen nach der 4. BImSchV	764
16.2.5	Trinkwasserfüllanlagen	766
16.2.6	Strahlenschutzrelevante Anlagen	768
16.2.7	Elektromagnetische Verträglichkeit	769
16.3	Schutz vor Lärm und Erschütterungen	787
	<i>Christian Keil, Bernhard Koch, Rüdiger Garburg</i>	
16.3.1	Lärm	787
16.3.2	Erschütterungen und sekundärer Luftschall	795
16.4	Vegetationskontrolle	812
	<i>Gerhard Hetzel</i>	
16.4.1	Grundlagen und Definitionen	812
16.4.2	Vegetationskontrolle für den Bereich im Gleis	814

16.4.3	Vegetationskontrolle für den Bereich am Gleis	815
16.4.4	Positive Aspekte für den Naturschutz.	822
16.5	Schutz von Natur und Landschaft	823
	<i>Martina Lüttmann</i>	
16.5.1	Grundlagen	823
16.5.2	Strategische Umweltprüfung	823
16.5.3	Umweltverträglichkeitsprüfung	825
16.5.4	Naturschutzfachliche Eingriffsregelung	828
16.5.5	Flora-Fauna-Habitat-Verträglichkeitsprüfung.	829
16.5.6	Artenschutz	832
16.6	Umweltschutzanforderungen an Planungs- und Instandhaltungsprozesse.	834
	<i>Björn Zimmer</i>	
16.6.1	Entsorgung.	834
16.6.2	Transport gefährlicher Güter	842
17	Infrastrukturzugang für Fahrzeuge	855
	<i>Walter Mittmann</i>	
17.1	Vorgaben der Europäischen Gemeinschaft	855
17.1.1	Interoperabilität	855
17.1.2	Diskriminierungsfreier Netzzugang.	855
17.2	Technische Zugangsvoraussetzungen	856
17.3	Abnahme von Fahrzeugen oder Komponenten	857
17.4	Feststellung der Kompatibilität	857
17.5	Bekanntgabe der Anforderungen	865
17.5.1	Schiennetz-Nutzungsbedingungen.	865
17.5.2	Infrastruktur- und Fahrzeugregister	866
17.6	Regelwerk für den Infrastrukturzugang	866
17.7	Verfahrensabläufe	869
17.8	Versuchs- und Probefahrten	870
17.8.1	Zweck und Umfang	870
17.8.2	Ausnahmeregelungen.	871
17.8.3	Vorgehensweise	871
18	Instandhaltung und Anlagenmanagement	873
	<i>Peter Veit</i>	
18.1	Anlagenmanagement für den Fahrweg von Eisenbahnen	878
18.2	Modell zur wirtschaftlichen Bewertung von Fahrwegstrategien.	879
18.3	Schrittweise optimiertes Anlagemanagement am Beispiel des Projekts „Strategie Fahrweg“	883
18.3.1	Strategie Fahrweg – Stufe 1.	885

18.3.2	Forschungen zum Qualitätsverhalten des Oberbaus	902
18.3.3	Strategie Fahrweg – Stufe 2.	916
19	Anlagenmanagement	929
	<i>Ulrich Erdmann</i>	
19.1	Anforderungen an Infrastrukturmanagementsysteme	929
19.1.1	Systemarchitektur	929
19.1.2	Datenimport/Schnittstellen	932
19.1.3	Das Analysesystem	932
19.1.4	Anforderungen und Grundformen der Darstellung.	936
19.1.5	Fachübergreifende Grundlagen für weitergehende Analysen	939
19.2	Anwendung von Infrastrukturmanagementsystemen	943
19.2.1	Ist-Zustandsanalyse.	944
19.2.2	Zustandsprognose.	956
19.2.3	Instandhaltungsplanung	962
	Sachverzeichnis	967